

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-069697

(43)Date of publication of application : 16.03.2001

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

H02K 1/18

H02K 15/02

(21)Application number : 11-244812

(71)Applicant : FUJITSU GENERAL LTD

(22)Date of filing : 31.08.1999

(72)Inventor : NARITA KENJI

FUJIOKA TAKUSHI

MURAKAMI MASANORI

YAMADA SHINICHI

FUKUDA YOSHIFUMI

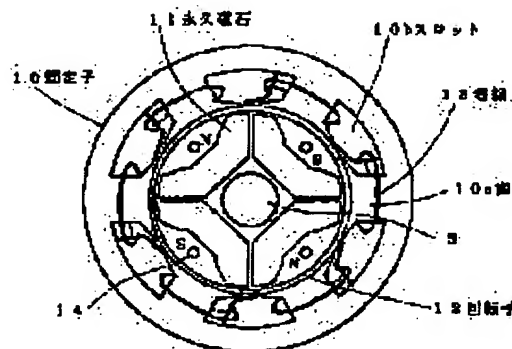
TSUKAMOTO SATOSHI

## (54) PERMANENT MAGNET ELECTRIC MOTOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain reduction in cogging torque and torque ripples.

SOLUTION: On the outside outer side of a rotor 12 with embedded permanent magnets 11, there are provided a large number of core sheets with six slots 10b formed circumferentially at equal spacings are stacked as the iron core of a stator 10, and a stator 10 with a winding 13 by concentrated winding to each tooth 10a between the slots 10b, and this core sheet is skewed to be stacked as the iron core of the stator 10, insulation is applied to a groove of the slot 10b of this iron core, and the winding 13 is applied by concentrated winding to each tooth 10a via this groove, a core shape of the rotor 12 is formed so as to generate a d-axis inductance larger than a q-axis inductance.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-69697

(P2001-69697A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 2 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 0 2 K 1/27

テーマコード(参考)

5 0 1 A 5 H 0 0 2

5 0 1 K 5 H 6 1 5

5 0 1 M 5 H 6 2 2

1/18

1/18

B

15/02

15/02

L

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-244812

(22) 出願日

平成11年8月31日(1999.8.31)

(71) 出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72) 発明者 成田 憲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式会社富士通ゼネラル内

(72) 発明者 藤岡 琢志

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式会社富士通ゼネラル内

(74) 代理人 100083404

弁理士 大原 拓也

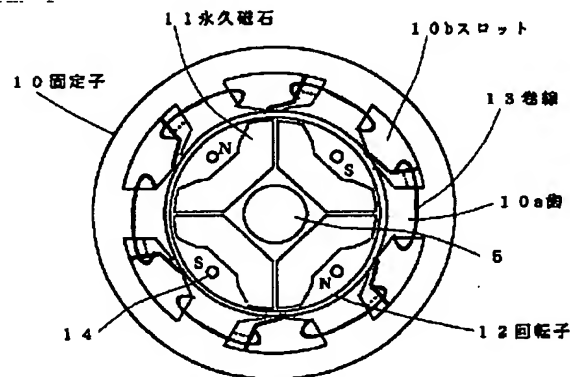
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石電動機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石電動機において、コギングトルク、トルクリップルの低減を図る。

【解決手段】 永久磁石11を埋設した回転子12の外側に、6個のスロット10bを当該円周方向に等間隔に形成したコアシートを多数枚積層して固定子10の鉄心とし、スロット10b間の各歯10aに集中巻で巻線13を施してなる固定子10を備えた永久磁石電動機において、そのコアシートをスキューし積層して固定子10の鉄心とし、この鉄心のスロット10bの溝に絶縁を施すとともに、この溝を介して各歯10aに集中巻で巻線13を施し、回転子12のコア形状をd軸インダクタンスよりもq軸インダクタンスが大きくなるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 永久磁石を用いて界磁を形成する回転子および同回転子の外側に位置して回転磁界を発生する固定子を備え、前記固定子は所定数のスロットを当該円周方向に等間隔に形成したコアシートを多数枚積層してなる永久磁石電動機において、前記コアシートを多数枚積層する際にスキューを施して固定子の鉄心とし、該鉄心のスロットの溝に絶縁を施すとともに、該溝を介して各歯に集中巻で巻線を施し、前記回転子にはq軸近傍で半径方向の磁束が少なく、d軸近傍で半径方向の磁束が多くなるように永久磁石を埋設してなることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項2】 永久磁石を埋設して界磁を形成し、かつ、該界磁を四極数とした回転子および同回転子の外側に位置して回転磁界を発生する固定子を備え、前記固定子は6個のスロットを当該円周方向に等間隔に形成したコアシートを多数枚積層してなる永久磁石電動機において、前記コアシートをスキューして積層して固定子の鉄心とし、耐冷媒性の合成樹脂を射出成形して得た絶縁成形体を前記固定子の両側から前記スロットの溝に嵌め込むとともに、該溝の中央付近で重ね合わせて同溝に絶縁を施すとともに、該溝を介して各歯に集中巻で巻線を施し、前記回転子のコア形状をd軸インダクタンスよりもq軸インダクタンスが大きくなるようにしたことを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項3】 前記永久磁石をバスタブ形状とし、該バスタブ形状の底面を当該シャフトに向け、その側面をq軸に平行として埋設し、前記固定子のスキューの量を同固定子のスロットの開口部の寸法ないしは少なくとも隣接する永久磁石のq軸側端部の幅に相当する角度分としてなる請求項1または2に記載の永久磁石電動機。

【請求項4】 前記永久磁石を円弧状あるいは多層の円弧状とし、該円弧状あるいは多層の円弧状の頂点を当該シャフトに向け、その端部をq軸方向として逆円弧の形に埋設し、前記固定子のスキューの量を同固定子のスロットの開口部の寸法ないしは少なくとも隣接する逆円弧状の永久磁石あるいは多層逆円弧の永久磁石のq軸側端部の幅に相当する角度分としてなる請求項1または2に記載の永久磁石電動機。

【請求項5】 前記永久磁石を毎極板状として前記回転子の外周側に近く、かつ、その長辺をd軸に直角とし、その短辺をq軸に向けて埋設してなり、前記回転子の外周のd軸付近にフラックスバリアの切欠部を形成し、前記固定子のスキューの量を同固定子のスロットの開口部の寸法ないしは前記切欠部の円周方向の幅に相当する角度分としてなる請求項1または2に記載の永久磁石電動機。

【請求項6】 前記永久磁石を毎極板状として前記回転子の内径側に近く、かつ、その長辺をd軸に直角とし、その短辺をq軸近傍に向けて埋設してなり、前記永久磁

石の両短辺側から前記回転子の外周に向けてそれぞれq軸に平行なフラックスバリアを形成し、前記固定子のスキューの量を同固定子のスロットの開口部の寸法ないしは少なくともq軸近傍に形成したフラックスバリアの幅に相当する角度分としてなる請求項1または2に記載の永久磁石電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空気調和機のコンプレッサ等に用いるインナーロータ型永久磁石電動機の構造に係り、特に詳しくは、コギングトルク、トルクリップルによる振動、騒音を低くする永久磁石電動機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】永久磁石電動機は、内側に永久磁石を用いて界磁を形成する回転子（例えば極数4）と、その回転子の外側に位置して回転磁界を発生する固定子とを備え、例えば6スロットの固定子の場合、図7に示す構造となる。

【0003】図7において、この固定子1の鉄心は外周を円形としてドーナツ状のヨーク部を有しており、歯2はヨーク部から中心方向に延び、かつ円周方向に等間隔に6個形成してなる。また、歯2の端部は円周方向で左右方向に延びた形状であり、隣接する歯2の間には同一形状のスロット3が形成され、つまり、スロット3は円周方向に等間隔に形成されている。なお、4は回転子、5はシャフトである。

【0004】上記永久磁石電動機の固定子1の鉄心は、図6に示す形状に電磁鋼板を打ち抜いたコアシートを多数枚積層し、隣接するスロット3を介して各歯2に巻線で直に集中巻を施してなる。このように、スロット数が少ないことから、例えば24スロットのモータ等と比較して低コストのモータを得ることができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記永久磁石電動機においては、スロット数（巻数の数）が少ないために、固定子1における磁束分布の発生形態が悪く、例えば三相四極モータとした場合、固定子1の6個の巻線のうち4個の巻線に通電するが、この巻線による4個の発生磁束（磁極となる磁束）が離れた形態となってしまふ（飛び飛びとなり）。したがって、固定子1と回転子4との間の吸引力によるコギングトルク、トルクリップルが大きく、その結果、振動、騒音が大きくなるという欠点がある。

【0006】本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、その目的は、コギングトルク、トルクリップルを小さくし、振動、騒音を低減することができるようにした永久磁石電動機を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

に、本発明は、永久磁石を用いて界磁を形成する回転子および同回転子の外側に位置して回転磁界を発生する固定子を備え、前記固定子は所定数のスロットを当該円周方向に等間隔に形成したコアシートを多数枚積層してなる永久磁石電動機において、前記コアシートを多数枚積層する際にスキューを施して固定子の鉄心とし、該鉄心のスロットの溝に絶縁を施すとともに、該溝を介して各歯に集中巻で巻線を施し、前記回転子にはq軸近傍で半径方向の磁束が少なく、d軸近傍で半径方向の磁束が多くなるように永久磁石を埋設してなることを特徴としている。

【0008】本発明は、永久磁石を埋設して界磁を形成し、かつ、該界磁を四極数とした回転子および同回転子の外側に位置して回転磁界を発生する固定子を備え、前記固定子は6個のスロットを当該円周方向に等間隔に形成したコアシートを多数枚積層してなる永久磁石電動機において、前記コアシートをスキューして積層して固定子の鉄心とし、耐冷媒性の合成樹脂を射出成形して得た絶縁成形体を前記固定子の両側から前記スロットの溝に

【0009】この場合、前記永久磁石をバスタブ形状とし、該バスタブ形状の底面を当該シャフトに向け、その側面をq軸に平行として埋設し、前記固定子のスキューの量を同固定子のスロットの開口部の寸法ないしは少なくとも隣接する永久磁石のq軸側端部の幅に相当する角度分にするるとよい。

【0010】前記永久磁石を円弧状あるいは多層の円弧状とし、該円弧状あるいは多層の円弧状の頂点を当該シャフトに向け、その端部をq軸方向として逆円弧の形に埋設し、前記固定子のスキューの量を同固定子のスロットの開口部の寸法ないしは少なくとも隣接する逆円弧状の永久磁石あるいは多層逆円弧の永久磁石のq軸側端部の幅に相当する角度分にするるとよい。

【0011】前記永久磁石を毎極板状として前記回転子の外周側に近く、かつ、その長辺をd軸に直角とし、その短辺をq軸に向けて埋設してなり、前記回転子の外周のd軸付近にフラックスバリアの切欠部を形成し、前記固定子のスキューの量を同固定子のスロットの開口部の寸法ないしは前記切欠部の円周方向の幅に相当する角度分にするるとよい。

【0012】前記永久磁石を毎極板状として前記回転子の内径側に近く、かつ、その長辺をd軸に直角とし、その短辺をq軸近傍に向けて埋設してなり、前記永久磁石の両短辺側から前記回転子の外周に向けてそれぞれq軸に平行なフラックスバリアを形成し、前記固定子のスキューの量を同固定子のスロットの開口部の寸法ないしは

少なくともq軸近傍に形成したフラックスバリアの幅に相当する角度分にするるとよい。

【0013】このように、上記スキューの量を上記スロットの開口部の寸法ないしはq軸近傍のフラックスバリア（あるいは少なくとも永久磁石のq軸近傍の端部）の幅に相当する角度分としていることから、コギングトルク等を低減するだけでなく、回転子に埋設した永久磁石の着磁に際して悪影響を与えることもない。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図1ないし図6を参照して詳しく説明する。図中、図7と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0015】図1および図2において、このインナーロータ型の永久磁石電動機は、コアシートを多数枚積層する際に円周方向にスライドしてスキューを施した固定子10の鉄心を得、この鉄心の内径側に永久磁石11を埋設した回転子12を配置し、固定子10の鉄心の歯10aに直に集中巻で巻線13を施し、回転子12に4個の永久磁石11を埋設したモータ（三相四極）である。

【0016】固定子10の鉄心は、従来例と同様にドーナツ形状のヨーク部を有し、歯10aはヨーク部から中心方向に延び、かつ、円周方向に等間隔に6個形成してなる。また、歯10aの端部は、円周方向で左右方向に延びた形状であり、隣接する歯10aの間は同一形状のスロット10bの溝となる。なお、隣接する歯10aの端部（歯端部）の間（スロット10bの開口部幅）は当該モータの特性等に応じた値となっている。

【0017】回転子12は、コア形状をd軸インダクタンスよりもq軸インダクタンスが大きくなるように、d軸付近にバスタブ形状の永久磁石11の底面をシャフト5に向け、その側面をq軸に平行として円周方向に等間隔に埋設し、d軸付近における半径方向の磁束を多く、q軸付近における半径方向の磁束を少なくした構造であり、隣接する永久磁石11は異極に着磁する。なお、バスタブ形状とは、台形の底辺を除いた上辺および両側辺からなる形状である。

【0018】回転子12には、d軸付近に固定用のリベット14が通されている。なおこの場合、リベット14の他に、かしめを施してもよく、またそのリベット14に代えてかしめを施してもよい。

【0019】上記構成の永久磁石電動機においては、電磁鋼板を打ち抜いたコアシートを順次スライドして積層し、スキューを施した固定子10の鉄心を得る。このスキューの量としては、スロット10bの溝の開口部の寸法ないしはq軸近傍の永久磁石11の端部幅aに相当する角度分とする。q軸近傍には2つの永久磁石11の端部が存在することから、端部幅aは少なくともその2つの永久磁石11の端部幅を加えたものである。なお、スキューの量の決定には固定子10の巻線13によって回転子12の永久磁石11を着磁することができるという

10

20

30

40

50

条件も含まれる。すなわち、スキューの量を余り大きくすると、永久磁石11の着磁が良好といえなくなるからである。

【0020】そして、固定子10のスロット10bの溝に絶縁を施すが、この絶縁方式としては、耐冷媒性に優れた合成樹脂（例えばPPS等）で射出成形した絶縁成形体を用いる。すなわち、コンプレッサモータとした場合、冷媒が永久磁石電動機内を通るからである。これにより、コンプレッサの性能向上が図れる。

【0021】上記絶縁成形体としては、一対作成して固定子10の両側から嵌め込み、中央合わせ目で重ね合わせる。すなわち、固定子10にスキューを施すことにより、スロット10bの溝が斜めになっているからである。上記スロット10bの溝に絶縁を施した後、巻線機で直にスロット10bを介して歯10aに巻回して集中巻の巻線13を施すことになる。

【0022】図3ないし図6は、本発明の第1ないし第4の変形例を示す回転子の概略的平面図である。図3ないし図6中、図1および図2と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。なお、固定子10については図1を参照されたい。

【0023】図3に示す回転子20は、永久磁石11の代わりに、断面を円弧状とした永久磁石21を埋設してなるが、その円弧の頂点をシャフト5に向け、その両端部をq軸に向け、逆円弧状に埋設してなる。この場合、固定子10のスキューの量は上述したように、q軸近傍の2つの永久磁石21の端部幅bに制限されることになる。

【0024】なお、上記永久磁石21は各極毎に1つであるが、多層構造としてもよい。この場合、厚さの薄い円弧状の永久磁石をd軸方向に等間隔に複数個逆円弧状に埋設すればよい。また、上記同様に、固定子10のスキューの量は隣接する多層の永久磁石のq軸側端部の幅に制限されることになる。

【0025】図4に示す回転子30は、永久磁石11の代わりに、毎極板状（断面長方形）の永久磁石31を同回転個30の外周近くに埋設してなるが、その長辺をd軸に直角とし、その短辺をq軸近傍に向けてなる。また、各永久磁石31の磁束の漏洩、短絡を防止するために、回転子30にはq軸付近に切欠部32を形成し、この切欠部32の辺は各永久磁石31の短辺と平行になっている。この場合、固定子10のスキューの量は、回転子30の切欠部32の外周側の辺幅cに制限されることになる。

【0026】図5に示す回転子40は、図4に示す切欠部32の代わりに、隣接する永久磁石31の端部間にフラックスバリア41を形成してなる。なお、図中、図4と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。この場合、固定子10のスキューの量は、回転子40のフラックスバリア41の外周側幅dに制限されることに

なる。

【0027】図6に示す回転子50は、図4および図5に示す永久磁石31の長辺を短くした毎極板状（断面長方形）の永久磁石51を回転子50の外周から深く、つまり、シャフト5（内径）に近く、その長辺をd軸に直角とし、その短辺をq軸方向に向けて埋設してなる。また、各永久磁石51の磁束の漏洩、短絡を防止するために、回転子50には永久磁石51の短辺の両側から外周側に向けてフラックスバリア52a、52bがq軸に沿って直線的に形成されている。この場合、固定子10のスキューの量は、フラックスバリア52a、52bのq軸近傍の幅eに制限されることになる。

【0028】このように、固定子10にスキューを施していることから、固定子10に発生する磁束分布が従来より良好となり、少なくとも固定子10内の発生磁束（極となる磁束）の飛び飛びの間隔が極めて小さくなり、これによりコギングトルク、トルクリップルを低減することができる。また、各回転子12、20、30、40、50の構造によると、スキューを施した固定子10の巻線13によって各永久磁石11、21、31、41、51を着磁することが可能である。

【0029】なお、上記実施例では固定子10を6スロットとした場合について説明したが、異なるスロット数の固定子にも適用することができ、特にスロット数が少ない固定子に適用すると、その効果は大である。

【0030】

【発明の効果】以上説明した本発明によれば、以下に述べる効果を奏する。本発明は、所定数のスロットを当該円周方向に等間隔に形成したコアシートを多数枚積層する際にそのコアシートをスキューして固定子の鉄心とし、この鉄心のスロット間の各歯に集中巻で巻線を施してなり、この固定子の内側の回転子にはq軸近傍で半径方向の磁束が少なく、d軸近傍で半径方向の磁束が多くなるように永久磁石を埋設していることから、スロット数の少ない固定子に発生する磁束分布が従来より良好になるとともに、少なくとも固定子内の発生磁束（極となる磁束）の飛び飛びの間隔が極めて小さくなり、固定子と回転子との吸引力によるコギングトルク、トルクリップルを低減することができ、ひいてはモータの振動、騒音を抑えることができるという効果がある。

【0031】また、本発明は、耐冷媒性の合成樹脂を射出成形して得た絶縁成形体を上記固定子の両側からスロットの溝に嵌め込むとともに、この溝の中央付近で重ね合わせて同溝に絶縁を施していることから、スキューを施した固定子のスロットのねじれた溝にも絶縁を確実に施すことができ、コンプレッサ等の性能等の向上が図られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態を示し、永久磁石電動機を説明するための概略的平面図。

10

20

30

40

50

【図2】図1に示す永久磁石電動機の回転子を説明する概略的平面図。

【図3】本発明の第1の変形例を説明するための回転子の概略的平面図。

【図4】本発明の第2の変形例を説明するための回転子の概略的平面図。

【図5】本発明の第3の変形例を説明するための回転子の概略的平面図。

【図6】本発明の第4の変形例を説明するための回転子の概略的平面図。

【図7】従来の永久磁石電動機を説明するための概略的平面図。

\*【符号の説明】

5 シャフト

10 固定子

10a 歯

10b スロット

11, 21, 31, 51 永久磁石

12, 20, 30, 40, 50 回転子

13 巻線

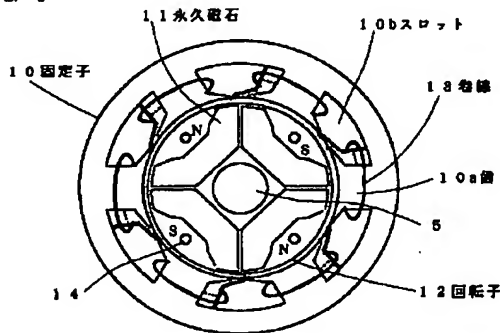
14 リベット

10 32 切欠部

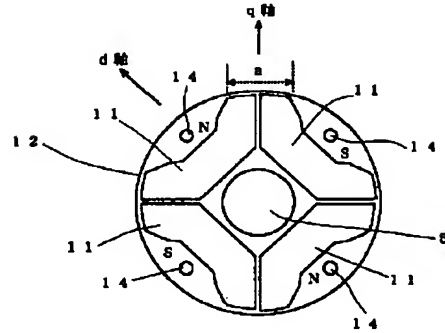
41, 52a, 52b フラックスバリア

\*

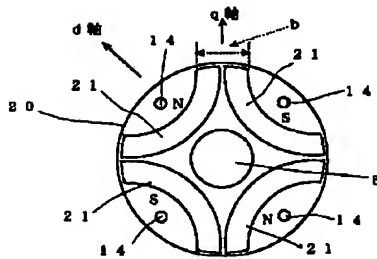
【図1】



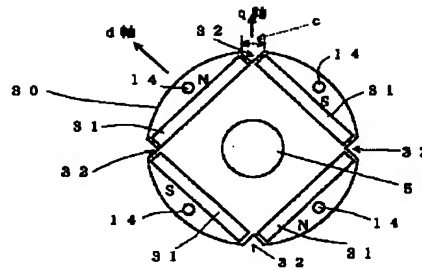
【図2】



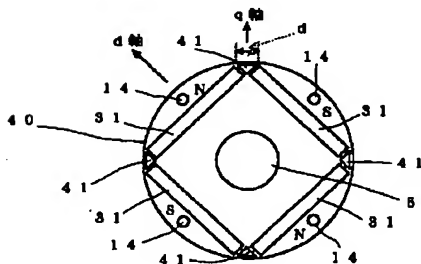
【図3】



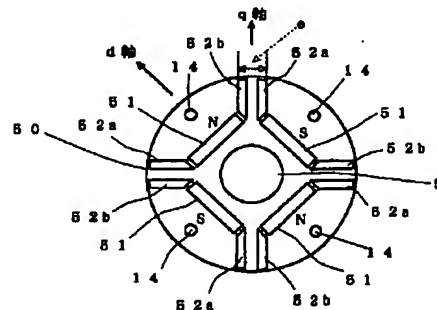
【図4】



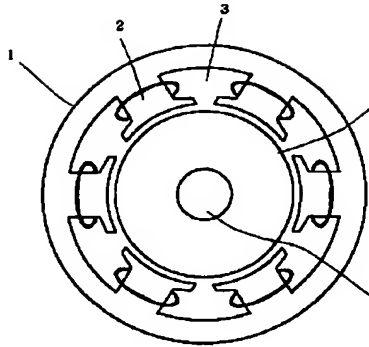
【図5】



【図6】



【図7】




---

フロントページの続き

(72)発明者 村上 正憲  
 神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
 会社富士通ゼネラル内

(72)発明者 山田 伸一  
 神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
 会社富士通ゼネラル内

(72)発明者 福田 好史  
 神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
 会社富士通ゼネラル内

(72)発明者 塚本 聡  
 神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
 会社富士通ゼネラル内

F ターム(参考) 5H002 AA09 AB06 AC07 AE06 AE07  
 5H615 AA01 BB01 BB07 BB14 BB16  
 PP01 PP09 PP12 QQ19 RR05  
 SS03 SS05 SS11 SS44 TT05  
 TT26  
 5H622 AA02 CA02 CA05 CA13 CB01  
 CB04 CB05 PP03 PP10 PP14  
 QB03 QB05